

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-222371

(43) 公開日 平成8年(1996)8月30日

(51) Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 B 33/10			H 0 5 B 33/10	
G 0 9 F 9/30	3 6 5	7426-5H	G 0 9 F 9/30	3 6 5 B
H 0 5 B 33/12			H 0 5 B 33/12	

審査請求 未請求 請求項の数5 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平7-46589

(22) 出願日 平成7年(1995)2月13日

(71) 出願人 000183646

出光興産株式会社

東京都千代田区丸の内3丁目1番1号

(72) 発明者 下 紳郎

千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 出光興産株式会社内

(72) 発明者 東海林 弘

千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 出光興産株式会社内

(74) 代理人 弁理士 大谷 保

(54) 【発明の名称】 エレクトロルミネッセンス素子の微細パターン化方法及びそれより得られた素子

(57) 【要約】

【目的】 透明電極に損傷を与えることなく、金属系電極に加工エッジ周辺部への熱的損傷の少ないシャープな微細加工を効率よく施し、エレクトロルミネッセンス素子 (EL素子) を微細パターン化する方法を提供すること。

【構成】 レーザーアブレーション加工法により、EL素子を微細パターン化する方法、特に金属系電極/有機化合物層/透明電極/基板の構成からなる有機EL素子に対し、金属系電極側からレーザーフルエンスが10~220mJ/cm<sup>2</sup> になるようにレーザービームの照射を行い、この際生じるレーザーアブレーション現象により、金属系電極に微細加工を施し、有機EL素子を微細パターン化する方法である。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 エレクトロルミネッセンス素子を微細パターン化するに当たり、レーザーアブレーション加工法を用いることを特徴とするエレクトロルミネッセンス素子の微細パターン化方法。

【請求項2】 金属系電極（陰極）／有機化合物層／透明電極（陽極）／基板の構成からなる有機エレクトロルミネッセンス素子に対し、金属系電極側から、単位面積当たりのレーザー出力が $10\sim 220\text{ mJ}/\text{cm}^2$  になるようにレーザービームの照射を行い、この際生じるレーザーアブレーション現象により金属系電極に微細加工を施す請求項1記載の方法。

【請求項3】 パルス発振方式により、レーザービームを照射する請求項1又は2記載の方法。

【請求項4】 エキシマーレーザーを用いてレーザービームを発振させる請求項1又は2記載の方法。

【請求項5】 レーザーアブレーション加工法により作成してなる微細パターン化されたエレクトロルミネッセンス素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明はエレクトロルミネッセンス（以下、ELと略記する）素子の微細パターン化方法及び微細パターン化されたEL素子に関する。さらに詳しくは、本発明は、レーザーアブレーション加工法を用いて、非接触的にEL素子を微細パターン化する方法、特に、金属系電極（陰極）／有機化合物層／透明電極（陽極）／基板の構成からなる有機EL素子をパターン化するに際し、レーザーアブレーション加工法により、透明電極に損傷を与えることなく、金属系電極に、加工エッジ周辺部への熱的損傷の少ないシャープな微細加工を効率よく施し、有機EL素子を微細パターン化する方法、及びこのレーザーアブレーション加工法により微細パターン化されたEL素子に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】電界発光を利用したEL素子は、自己発光のため視認性が高く、かつ完全固体素子であるため、耐衝撃性に優れるなどの特徴を有することから、各種表示装置における発光素子としての利用が注目されている。このEL素子には、発光材料に無機化合物を用いてなる無機EL素子と有機化合物を用いてなる有機EL素子とがあり、このうち、有機EL素子は、印加電圧を大幅に低くしうするために、次世代の表示素子としてその実用化研究が積極的になされている。上記有機EL素子は、発光層を少なくとも含む有機化合物層と、この有機化合物層を挟持する一対の電極とを備えたものであって、具体的には、陽極／発光層／陰極の構成を基本とし、これに正孔注入輸送層や電子注入輸送層を適宜設けたもの、例えば陽極／正孔注入輸送層／発光層／陰極や、陽極／正孔注入輸送層／発光層／電子注入輸送層／

陰極などの構成のものが知られている。該正孔注入輸送層は、陽極より注入された正孔を発光層に伝達する機能を有し、また、電子注入輸送層は陰極より注入された電子を発光層に伝達する機能を有している。そして、該正孔注入輸送層を発光層と陽極との間に介在させることによって、より低い電界で多くの正孔が発光層に注入され、さらに、発光層に陰極又は電子注入輸送層より注入された電子は、正孔注入輸送層が電子を輸送しないので、正孔注入輸送層と発光層との界面に蓄積され発光効率が上がることが知られている。

【0003】ところで、EL素子を表示素子として利用するためには、電極のパターン化が必要不可欠であり、そして繊細な表示を行うために微細パターン化された電極が正常に作動することが必要となる。そのためには、（1）充分に微細な電極パターンと絶縁化された部分の幅が狭いこと、（2）電極のエッジ部分がシャープな形状となっていること、（3）微細加工された部分が完全に絶縁化されていること、（4）微細加工された電極部分がショートしないこと、（5）微細加工された電極の性能が損なわれないこと、（6）微細加工を行う際に除去に必要な部分以外の下地の部分に影響を与えないこと、などが重要な要件となる。

【0004】表示用EL素子のパターン化方法としては、電極を形成する際に同時にパターン化する方法と、EL素子を作成したのち、電極に微細加工を施す方法とが考えられる。前者の方法としては、例えば電極を蒸着などの方法により形成する際に、マスクを用いてパターン化するマスク蒸着法が知られている。しかしながら、この方法においては、極めて微細なパターン、特に数十 $\mu\text{m}$ 以下のものを作成するには、蒸着金属の回り込みなどの問題がある上、微細パターンニングを行う場合、下地の蒸着層に対するマスクセッティングの位置精度が重要であり、そのため蒸着装置内に高度のマスクセッティング機構が必要となって、操作性が悪くなり生産性が低下するのを免れないなどの問題があった。したがって、このマスク蒸着法では、数十 $\mu\text{m}$ の高精細な表示パターンを得ることは困難であった。

【0005】一方、後者の方法としては、代表的なものとして、フォトリソグラフィ技術を用いてパターン化する方法が知られている。しかしながら、この方法においては、レジスト塗布、ベーク、露光、現像、エッチング及びレジスト剥離といった数多くの工程を経て作成されるために煩雑である上、レジスト塗布や現像などの工程において、電極が他の材料と接触するために、微細なパターンは得られるものの、電極材料の劣化などにより、電荷注入効率が落ち、EL素子としては使えないという本質的な問題を有している。また、微細加工方法として、ドリルを用いた切削による方法も知られており、プリント基板の微細なホール加工などに用いられている。しかしながら、この方法は、強度的にそれほど強

くない金属薄膜からなる陰極を加工するのに適しておらず、電極加工精度が不十分であったり、切削の際に生じる切削屑が電極のショートをもたらしたり、あるいは、陰極や発光層ばかりでなく、下地の陽極まで加工の影響をもたらし、断線する場合があるなどの問題を有している。

【0006】このような問題を解決する方法として、非接触ビームを用いて微細加工する方法が種々提案されている。例えば、特開平5-3077号公報や同-3078号公報には、EL素子に用いられる金属膜を切削する技術が提案されている。しかしながら、この技術は、切削は可能であるものの、操作性に問題があって効率的でなく、また周辺部へ熱的損傷をもたらす、微細加工プロセスとしては実用的でない。また、特開昭61-105885号公報には、金属導電膜又は透光性導電膜と金属導電膜との組合せに、線状のレーザーパルスビームを照射して、電極を光加工する方法が提案されている。しかしながら、この方法においては、適用される材料の光吸収が大きくないので、レーザーアブレーションを起こすことは難しく、熱的プロセスにより微細加工が行われるため、周辺部への損傷や透光性導電膜への影響も大きいなどの問題がある。さらに、特開平1-130494号公報、特開平4-255692号公報、特開平5-290971号公報、特開平5-196949号公報などにおいても、非接触ビームを用いる微細加工技術が開示されているが、これらの技術は、いずれもレーザーアブレーション現象を利用するものではなく、必ずしも満足する方法とはいえない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、このような従来のEL素子のパターン化方法がもつ欠点を改良し、EL素子の電極に、非接触的で、かつ加工エッジ周辺部や下地に対する熱的損傷をあまりもたらさずことなく、シャープな微細加工を効率よく施し、しかも微細加工された電極が正常に作動しうるEL素子のパターン化方法を提供することを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、前記目的を達成するために鋭意研究を重ねた結果、EL素子の微細パターン化にレーザーアブレーション加工法を用いることにより、その目的を達成しうることを、そして、特に金属系電極（陰極）／有機化合物層／透明電極（陽極）／基板の構成からなる有機EL素子においては、金属系電極側からレーザービームの照射を特定の強度で行うことにより、レーザーエネルギーの大部分が陰極の金属系材料及び有機化合物でのみ吸収され、この際生じるレーザーアブレーション現象によって、金属系材料及び有機化合物のみを同時に飛散させ、加工エッジ周辺部や透明電極に損傷を与えることがなく、金属系電極にシャープな微細加工を効率よく施すことができることを見出し

た。本発明は、かかる知見に基づいて完成したものである。すなわち、本発明は、EL素子を微細パターン化するに当たり、レーザーアブレーション加工法を用いることを特徴とするEL素子の微細パターン化方法、及びレーザーアブレーション加工法により作成してなる微細パターン化されたEL素子を提供するものである。

【0009】また、本発明を実施するための好ましい態様は、金属系電極（陰極）／有機化合物層／透明電極（陽極）／基板の構成からなる有機EL素子に対し、金属系電極側から、単位面積当たりのレーザー出力が10～220mJ/cm<sup>2</sup>になるようにレーザービームの照射を行い、この際生じるレーザーアブレーション現象により金属系電極に微細加工を施し、有機EL素子を微細パターン化する方法である。本発明の方法においては、EL素子を微細パターン化するのにレーザーアブレーション加工法が用いられる。このレーザーアブレーション加工法は、発光材料が無機材料である無機EL素子及び有機材料である有機EL素子のいずれにも適用できるが、特に金属系電極（陰極）／有機化合物層／透明電極（陽極）／基板の構成からなる有機EL素子への適用が好ましい。

【0010】本発明の方法において用いられるEL素子においては、陽極として透明電極が用いられる。この透明電極としては、例えばITO(In-Sn-Oxide)、ZnO、CuSなどの無機系材料、あるいは有機系透明導電性材料を、ガラスなどの透明基板上に、蒸着やスパッタリングなどの方法により薄膜を形成させたものが用いられる。この透明電極のパターン化は、リソグラフィなどの通常の微細加工によって形成される。一方、陰極としては、金属単体又は金属合金などの金属系材料が用いられるが、電子の注入効率が高く、劣化の少ない材料が好ましく、特にマグネシウム・銀合金やアルミニウム・リチウム合金などの金属合金が好適である。該陰極は、これらの金属系材料を蒸着やスパッタリングなどの方法により、後述の発光層又は多層構造の有機化合物層の上に薄膜を形成させることによって作製することができる。無機EL素子は、上記陽極の透明電極と陰極の金属系電極との間に、無機発光材料からなる発光層を介在させたものである。該無機発光材料の種類については特に制限はなく、従来無機EL素子の発光材料として公知のものを用いることができる。発光層は、無機発光材料を蒸着やスパッタリングなどの方法により、透明電極上に薄膜を形成させることにより、作製することができる。

【0011】一方、有機EL素子は、上記陽極の透明電極と陰極の金属系電極との間に、有機発光材料からなる発光層を少なくとも含む有機化合物層を介在させたものであり、一般に金属系電極（陰極）／有機化合物層／透明電極（陽極）／基板の構成からなっている。ここで、有機化合物層は発光層のみからなる層であってもよく、

5

また発光層とともに、正孔注入輸送層、電子注入輸送層などを積層した多層構造のものであってもよい。この有機EL素子の素子構成としては、例えば金属系電極（陰極）／発光層／透明電極（陽極）／基板、金属系電極（陰極）／発光層／正孔注入輸送層／透明電極（陽極）／基板、金属系電極（陰極）／電子注入輸送層／発光層／透明電極（陽極）／基板、金属系電極（陰極）／電子注入輸送層／発光層／正孔注入輸送層／透明電極（陽極）／基板などを挙げることができる。

【0012】この有機EL素子において、発光層は  
 (1) 電界印加時に、陽極又は正孔注入輸送層により正孔を注入することができ、かつ陰極又は電子注入層より電子を注入することができる注入機能、  
 (2) 注入した電荷（電子と正孔）を電界の力で移動させる輸送機能、  
 (3) 電子と正孔の再結合の場を発光層内部に提供し、これを発光につなげる発光機能などを有している。この発光層に用いられる発光材料の種類については特に制限はなく、従来有機EL素子における発光材料として公知のものをを用いることができる。また、正孔注入輸送層は、正孔伝達化合物からなる層であって、陽極より注入された正孔を発光層に伝達する機能を有し、この正孔注入輸送層を陽極と発光層との間に介在させることにより、より低い電界で多くの正孔が発光層に注入される。その上、発光層に陰極又は電子注入層により注入された電子は、発光層と正孔注入輸送層の界面に存在する電子の障壁により、この発光層内の界面付近に蓄積されEL素子の発光効率を向上させ、発光性能の優れたEL素子とする。この正孔注入輸送層に用いられる正孔伝達化合物については特に制限はなく、従来有機EL素子における正孔伝達化合物として公知のものを使用することができる。さらに、電子注入輸送層は、陰極より注入される電子を発光層に伝達する機能を有している。この電子注入輸送層に用いられる電子伝達化合物については特に制限はなく、従来有機EL素子における電子伝達化合物として公知のものを使用することができる。この有機化合物層は、各有機材料を蒸着やスパッタリングなどの方法により、透明電極上に積層して薄膜を形成させることにより、作製することができる。

【0013】本発明においては、上記EL素子の微細パターン化方法として、レーザーアブレーション加工法が用いられる。ここでいうレーザーアブレーション加工法とは、レーザービームを固体物質表面に照射した際、このレーザーエネルギーを吸収した物質が大きなエネルギーをもつフラグメントとして飛散する現象、すなわちレーザーアブレーション現象を利用して微細加工を施す方法のことである。このレーザーアブレーション現象は、1980年初頭に見出され、レーザー特有の多光子過程により生じるものと考えられている。エキシマーレーザーに代表される高いエネルギーをもつ紫外レーザーを、例えばポリマーに照射した場合には、通常の化学結合を

6

解離し、余剰エネルギーはフラグメントの飛散に用いられるため、熱的作用の小さい過程によりエッチングが行われ、周囲に熱的影響を与えないシャープな微細加工が可能となる。このような現象はポリマー分子に限らず、通常の有機固体においても起こるものと考えられ、また、最近では有機液体物質のアブレーション現象についても報告されている。

【0014】一方、金属やセラミックスにおけるレーザーアブレーション現象についても数多く報告されており、薄膜形成などへの応用が進められている。しかしながら、金属やセラミックスの場合には、フラグメントとして飛散させるためには、通常有機物に比べて1桁ないし2桁高いレーザーフルエンス（単位面積当たりのレーザー出力）で照射しなければならない。例えばポリマーの場合では、数十mJ/cm<sup>2</sup> ないし数百mJ/cm<sup>2</sup> フルエンスでレーザーアブレーション現象を起こすことができるが、金属やセラミックスの場合では、数J/cm<sup>2</sup> ないし数十J/cm<sup>2</sup> のフルエンスが必要とされる。

【0015】本発明EL素子の微細パターン化方法においては、無機EL素子又は有機EL素子に対し、上記のレーザーアブレーション加工法が施されるが、特に金属系電極（陰極）／有機化合物層／透明電極（陽極）／基板の構成からなる有機EL素子に対し、レーザーアブレーション加工法を施すのが有利である。この場合、金属系電極側からレーザービームを照射することにより、金属系電極を透過したレーザービームが吸収係数の大きな有機化合物層で吸収され、それより下に存在する透明電極には影響を及ぼさず、レーザーアブレーション現象により、有機化合物が陰極の金属系材料と共に飛散し、微細加工が施される。したがって、このような方法によると、熱的な影響の少ないシャープなエッチングが可能となり、かつ下地の透明電極に損傷を与えないため、断線やショートのない微細パターンを形成することができる。有機化合物層が存在しない場合には、低いレーザーフルエンスではアブレーション現象を起こすことができないため、微細加工を行うには、高いレーザーフルエンスでレーザービームを照射しなければならない、熱的な影響により、照射した部分以外の部位が加工されてしまったり、周囲が溶融してしまったり、下地部分をも加工されてしまうなどの現象が起こり、所望の微細加工ができないという問題が生じる。

【0016】本発明において、レーザーアブレーション加工に用いられるレーザーとしては、波長10nmないし20μmのレーザービーム（赤外線、可視光線、紫外線、X線）を発振できるものであれば、いずれのものであってもよい。このようなレーザーとしては、例えば炭酸ガスレーザー、一酸化炭素レーザー、HFレーザー、ヨウ素レーザー、YAGレーザー、ガラスレーザー、YLFレーザー、アレクサンドライトレーザー、半導体レ

7

ーザー、色素レーザー、窒素レーザー、エキシマーレーザー、X線レーザー、自由電子レーザーなどが挙げられ、また、高調波素子などを用いて波長変換したものを使用することができる。

【0017】これらの中で、産業用に用いられているレーザーが安定的に発振するので好ましく、特に加工用レーザーとして知られているものが操作性や生産性の点から好ましい。さらに、大出力のレーザーが生産性の点から好適である。また、波長の短いものほどビームを微細に絞ることができるので好ましく、特に紫外レーザーは熱的な寄与の少ないアブレーション現象による加工を行うことができるので最適である。このような条件を満たす大出力の加工用産業レーザーとして、エキシマーレーザーが知られており、このエキシマーレーザーを用いて、ポリイミドなどの材料の加工が実用的に行われている。

【0018】本発明においては、金属系電極（陰極）／有機化合物層／透明電極（陽極）／基板の構成からなる有機EL素子の微細パターン化には、上記レーザーを用いて、金属系電極側からレーザービームが照射される。この際、レーザービームの照射は、レーザーフルエンスが $10 \sim 220 \text{ mJ/cm}^2$ の範囲になるように行うことが必要である。このレーザーフルエンスが $10 \text{ mJ/cm}^2$ 未満では陰極の金属系材料が飛散せずに残存するおそれがある上、飛散物が充分なエネルギーをもつことができないため、加工表面から飛散しないことがあるなどの好ましくない事態を招来し、所望の微細加工を行うことができない。一方、 $220 \text{ mJ/cm}^2$ を超えるレーザーフルエンスでは、陰極の金属系材料及び有機化合物は飛散するものの、有機化合物層の下に存在する透明電極が損傷や熱的な影響を受けて、導電性の低下をもたらす。また、照射周辺部への熱的な影響が大きくなり、微細加工幅が広がってしまったり、残すべき陰極の金属系材料が溶けてしまったり、変質したりして所望の微細パターンが得られない。本発明においては、レーザーの発振方式としては、パルス発振方式が有利である。連続発振方式では、ステージを駆動させることにより、比較的自由に加工操作を行うことができるが、アブレーション現象が生じにくく、熱的蓄積が起こるため、加工精度などの問題が生じ、所望の微細加工を行うことが困難である。一方、パルス発振方式では、パルス間隔とステージの駆動速度を考慮してレーザービームを照射する必要があるが、パルスのレーザービームを照射することにより、アブレーション現象を起こすことができ、熱的損傷の少ない微細加工を行うことができるので、このパルス発振方式が有利である。パルス幅は短いほど、熱的な損傷を少なくすることができるため、有利である。パルス幅としては $100 \mu\text{s}$ 以下が望ましく、より好ましくは $100 \text{ ns}$ 以下、さらに好ましくはピコ秒、フェムト秒である。

8

【0019】なお、電子ビームやイオン（クラスター）ビームも微細加工に用いることができるが、これらの方法においては、装置が大がかりで高価である上、真空を必要とするなど操作性の点で大きな問題を有し、微細加工法としては実用的でない。本発明においては、レーザービームを照射し、この際生じるアブレーション現象を利用して微細加工を行うが、レーザービーム、特にエキシマーレーザーから得られたビームは不均一なものが多いので、ビームホモジナイザーなどを用いて均一化したビームを使用するのが望ましい。ビームの形状については、点状のものでも矩形状のものでもよいが、矩形状のものはビームを細長くすることができるため、特に薄加工を行う場合には1パルス照射で大きな部分の加工ができ、効率よく微細加工ができることから、有利である。また、ビームを集光することにより、レーザーフルエンスを高めることができ、容易に加工を行いうるとともに、原理的に数 $\mu\text{m}$ 程度にまで絞ることが可能であり、微細加工を行うのに有利である。しかし、必ずしも焦点で加工を行う必要がなく、むしろ焦点で加工を行う場合は、レーザーフルエンスが高くなりすぎて、下地に影響を与えたり、周辺部に熱的な損傷を与えるなどの好ましくない事態を生じる場合がある。

【0020】また、大面積に微細加工を行う場合は、レーザービームをふりながら固定化した被加工物に照射するか、あるいは被加工物をステージに乗せて、このステージを駆動させる方法が用いられるが、操作性の点から後者の方法が好ましい。ステージの駆動をレーザーの発振と同期させることにより、任意の形状のパターンを得ることができる。なお、微細なパターンを得るためには、それに見合った精度をもつステージを用いることが必要である。さらに、予め所望のパターンをもつマスクを作成しておき、このマスクを介してレーザービームを照射することにより、大面積に一括パターン転写を施すことができ、極めて効率よく微細加工を行うことができる。しかし、この場合、マスクの劣化やマスク材料のコンタミ（汚染）などの問題がある。

【0021】本発明においては、レーザーアブレーション現象を利用して微細加工を行うため、加工の際に被加工物からフラグメントが飛散する。この飛散物は再び被加工物上に堆積して電極の短絡などの好ましくない事態を招来する場合があり、飛散物を堆積させないことが重要である。本発明においては、前記したようにエキシマーレーザーが好ましく用いられる。このエキシマーレーザーは、高い励起エネルギーをもつ大出力のレーザーであって、このレーザーを用いた高分子材料などのアブレーション加工法が知られている。このエキシマーレーザーは紫外領域で発振するため、熱的な寄与の少ない加工が行える利点を有している。さらに、高励起エネルギーで大出力のエキシマーレーザーを用いることにより、フラグメントの分解を促進し、原子や分子やイオンなどの

小さなフラグメントにまですることが可能である上、フラグメントに大きな並進エネルギーを与えることができるため、フラグメントが加工領域から離れた遠くにまで飛散することになる。これらの点から、本発明においてはエキシマーレーザーを用いるのが最適である。

【0022】本発明においては、この微細加工を真空中で行うことにより、フラグメントを遠くに飛散させることができる。空気や不活性ガスなどが存在すると、フラグメントはこれらと衝突してエネルギーを失い、遠くに飛散できなくなる場合がある。また、加工領域に不活性ガスなどを強制的に吹き込むことにより、フラグメントを飛散させる方法も有効である。このようにして、金属系電極（陰極）に微細加工を施し、EL素子の微細パターン化を行ったのち、素子の劣化を防ぎ、寿命を延ばすために、通常封止処理が施される。本発明は、またこのようなレーザーアブレーション加工法により微細パターン化されたEL素子をも提供するものである。図1は、金属系電極（陰極）に微細加工を施す前の有機EL素子の一例の構成を示す斜視図であり、ガラス基板1上にパターン化されたITO電極2、有機化合物層3及び金属系電極4が順次積層されている。図2は、この図1に示す有機EL素子の金属系電極4に微細加工を施すことにより、微細パターン化された有機EL素子の一例の斜視図を示す。

#### 【0023】

【実施例】次に、本発明を実施例によりさらに詳しく説明するが、本発明は、これらの例によってなんら限定されるものではない。

#### 実施例1

フッ化クリプトンエキシマーレーザービーム（45mJ、縦10mm×横30mm）を、シリンドリカルレンズを用い、まず2枚のレンズにより横方向に拡大した後に平行光線とし、次いで縦方向に縮小した。次に、このようにして得られた細長状のレーザービーム（フルエンス180mJ/cm<sup>2</sup>、縦250μm×横100mm）を、予め作製した有機EL素子（MgAg合金電極/有機発光層/ITO電極/ガラス基板）に照射した。この有機EL素子はステージ上に固定されており、マイクロメーターを用いることにより、500μmずつ動かすことが可能であるので、最終的に250μmのギャップと電極幅をもつ微細電極パターンを得ることができた。

【0024】これら一連のプロセスの概略を図3(a)～(c)に示した。この微細加工されたEL素子について光学顕微鏡（三菱化学（株）製、マイクロウオッチャーVS-205）を用いて形状を観察したところ、図4の写真図に示すように、シャープなエッジをもち、陰極材料及び発光層の有機材料が完全にアブレーションされており、ITO薄膜は飛散せずに残存していることが明らかとなった。このようにして微細加工が施された有機EL素子に、図5に示すように9Vの定電圧を共通のI

TO電極と微細化された陰極部分との間にかけて発光試験を行ったところ、微細化された部分のみが発光することが確認された。このことは、EL素子の陰極の加工が十分に完了しており、切断された微細電極部分同士は短絡されておらず、かつITO電極は損傷を受けていないことを示している。

【0025】また、微細電極パターンの深さ方向の掘れ具合を、触針式膜厚計（Sloan社製、DEK TAK3030）を用いて測定したところ、電極パターンの立ち上りは20μm以内であることが分かった。図3(a)～(c)及び図5において、1はガラス基板、2はITO電極、3は有機化合物層（有機発光層）及び4は金属系電極（MgAg合金電極）である。また、図4において、(1)の部分はレーザービームにより溝加工された部分を示し、最表面はITO電極で、幅250μmである。一方(2)の部分はレーザービーム未照射部分を示し、MgAg合金電極及び有機化合物層は残存しており、幅は250μmである。なお、スケール数値はmmを示す。

#### 実施例2

実施例1において、フッ化クリプトンエキシマーレーザービームの代わりにフッ化アルゴンエキシマーレーザービーム（50mJ、縦10mm×横30mm）を用いた以外は、実施例1と同様に微細加工を行った。この微細加工されたEL素子について、光学顕微鏡（前出）を用いて形状を観察したところ、シャープなエッジをもち、陰極材料及び発光層の有機材料が完全にアブレーションされており、ITO薄膜は飛散せずに残存している金属合金電極微細パターンが作製されていることが明らかとなった。

#### 【0026】実施例3

実施例1において、EL素子のマイクロメーターで駆動する距離を250μmから1mmに変えた以外は、実施例1と同様にして微細加工を行った。この微細加工されたEL素子の金属合金電極の形状を光学顕微鏡（前出）を用いて観察したところ、図6の写真図に示すように、電極の幅750μm、電極間のピッチ250μmのものであった。図6において、(1)の部分はレーザービームにより溝加工された部分を示し、最表面はITO電極で、幅250μmである。一方(2)の部分はレーザービーム未照射部分を示し、MgAg合金電極及び有機化合物層は残存しており、幅は750μmである。なお、スケール数値はmmを示す。

#### 【0027】比較例1

実施例1において、レーザー出力を2mJ（レーザーフルエンスとして8mJ/cm<sup>2</sup>）とした以外は、実施例1と同様にして微細加工を行ったところ、MgAg合金電極は飛散せず、微細な溝加工はできなかった。この合金電極表面を光学顕微鏡（前出）で観察したところ、図7に示すように表面が斑状になっていることが確認され

た。

## 比較例2

実施例1において、レーザー出力を10J（レーザーフルエンスとして40J/cm<sup>2</sup>）とした以外は、実施例1と同様にして微細加工を行い、MgAg合金電極の表面を光学顕微鏡（前出）で観察したところ、図8に示すようにMgAg合金電極は飛散し、溝加工されたが、照射されない部分も融けた状態となったり、一部飛散したりしており、微細加工された金属合金電極は作製できなかった。

## 比較例3

板厚0.5mmのSUS304からなるマスクを用い、板厚1.1mmのガラス基板上に、開口部が3mmのマスクを装着し、Mg14Å/sec、Ag1Å/secの速度で共蒸着を行いMgAgの微細電極パターンを作製した。この深さプロファイルを、実施例1と同様の方法により測定したところ、電極パターンの立ち上りは80μmであった。

【0028】

【発明の効果】本発明の方法は、レーザーアブレーション加工法により非接触で金属系電極（陰極）に微細加工を施し、EL素子を微細パターン化する方法があつて、（1）透明電極に損傷を与えることなく、金属系電極に、加工エッジ周辺部への熱的損傷の少ないシャープな微細加工を効率よく施すことができる、（2）不安定な陰極の金属系材料に対して、非接触で加工が行われるため、該金属系材料に寿命低下などの悪影響を与えない、（3）レーザー光を絞ることにより、原理的に波長程度までの極めて高精細な微細加工が可能である、（4）大気中で加工を行うことができ、かつ装置が簡便で、容易に微細加工が行える、（5）レーザービームを走査することにより、容易に任意の微細パターンを得ることができる、（6）レーザービームを細長い形状にすることに

より、生産性よく加工を行うことができる、（7）レーザービームを一括大面積照射することにより、マスクパターンの転写も可能であり、高い生産性で加工を行うことができる、などの利点を有している。

【図面の簡単な説明】

【図1】金属系電極（陰極）に微細加工を施す前の有機EL素子の一例の構成を示す斜視図である。

【図2】本発明の方法により、金属系電極（陰極）に微細加工を施すことにより、微細パターン化された有機EL素子の一例の斜視図である。

【図3】本発明の方法におけるプロセスの概略を示す説明図である。

【図4】本発明の方法により微細パターン化された有機EL素子の一例の光学顕微鏡写真図である。

【図5】本発明の方法により微細パターン化された有機EL素子の一例について、発光試験を行うための説明図である。

【図6】本発明の方法により微細パターン化された有機EL素子の上記図4と異なった例の光学顕微鏡写真図である。

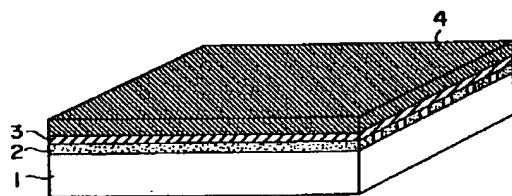
【図7】本発明で規定する範囲より小さいレーザーフルエンスでレーザービームを照射し、微細加工を行った場合の有機EL素子の一例における金属系電極表面の光学顕微鏡写真図である。

【図8】本発明で規定する範囲より大きいレーザーフルエンスでレーザービームを照射し、微細加工を行った場合の有機EL素子の一例における金属系電極表面の光学顕微鏡写真図である。

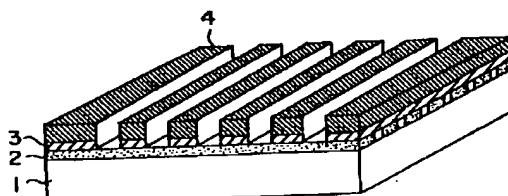
【符号の説明】

- 1：ガラス基板
- 2：ITO電極
- 3：有機化合物層
- 4：金属系電極

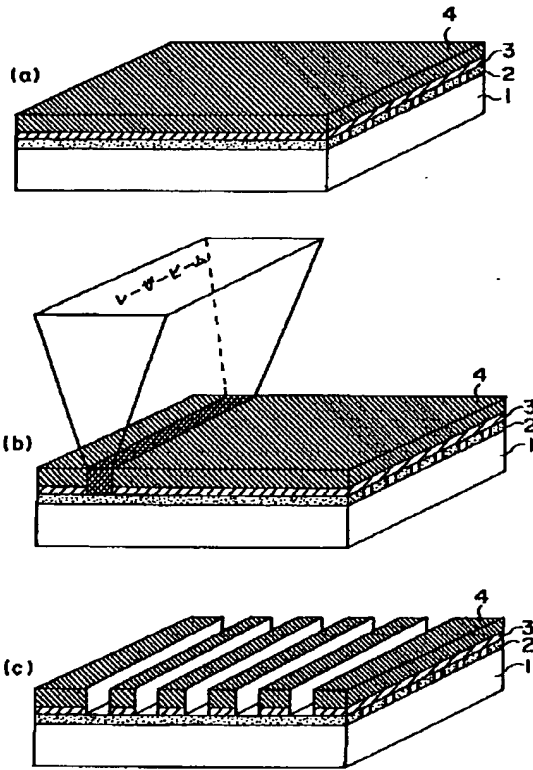
【図1】



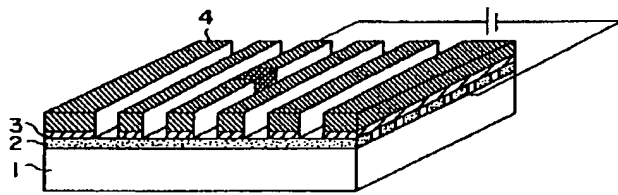
【図2】



【図3】

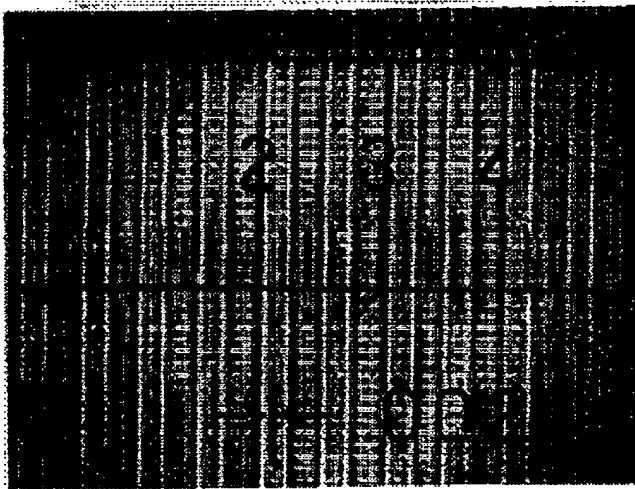


【図5】



【図4】

図面代用写真(カラー)

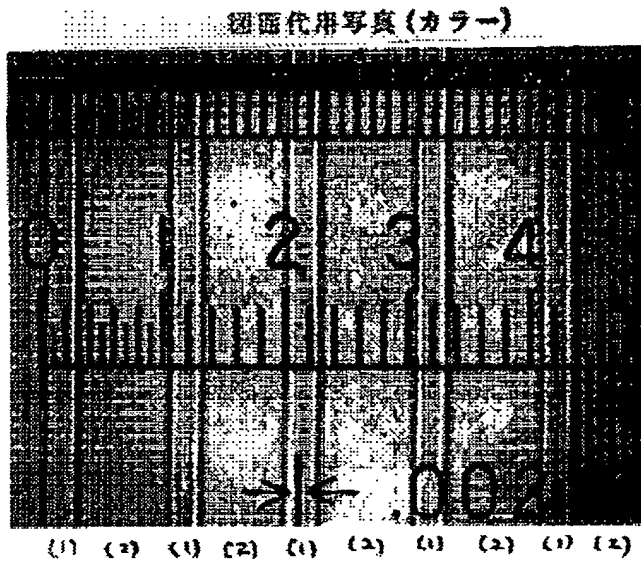


(a) (b) (c) (d) (e) (f) (g) (h) (i) (j) (k) (l) (m) (n) (o) (p) (q) (r) (s) (t) (u) (v) (w) (x) (y) (z)

写真



【図6】



写 真

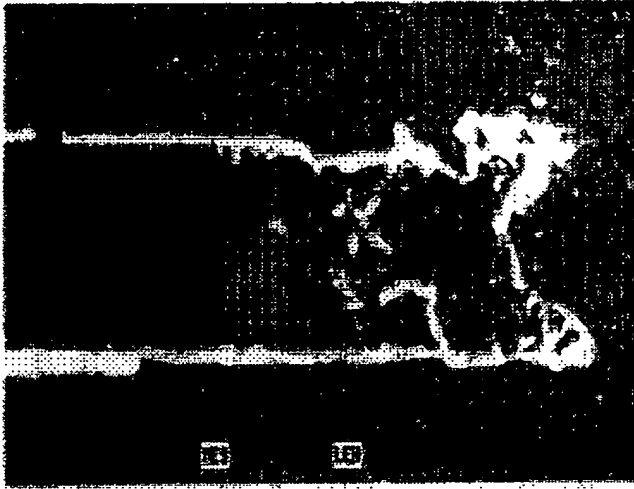
【図7】



写 真

【図8】

図面代用写真(カラー)



写真

PAT-NO: JP408222371A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08222371 A

TITLE: METHOD FOR FINELY PATTERNING  
ELECTROLUMINESCENT ELEMENT,  
AND ELEMENT OBTAINED THEREBY

PUBN-DATE: August 30, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SHIMO, NOBUO

SHOJI, HIROSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

IDEMITSU KOSAN CO LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP07046589

APPL-DATE: February 13, 1995

INT-CL (IPC): H05B033/10, G09F009/30 , H05B033/12

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide a method for finely patterning an electroluminescent (EL) element by effectively performing sharp refinement of metallic electrodes that causes little thermal damage to processed edges, without causing damage to a transparent electrode.

CONSTITUTION: In a method for finely patterning by laser ablation method an electroluminescent element, especially an organic electroluminescent element comprising metallic electrodes 4, organic-compound layers 3, a transparent electrode 2 and a substrate 1, a laser beam is applied to the element from the side of the metallic electrodes so that laser fluence is 10 to

220mJ/cm<sup>2</sup>. The metallic electrodes 4 are refined by the laser ablation phenomenon that takes place in this case, to finely pattern the organic electroluminescent element.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the detailed patternizing approach of an electroluminescence (it is hereafter written as EL) component, and the EL element by which detailed patternizing was carried out. The laser ablation processing method is used for this invention in more detail. It faces patternizing the approach of carrying out the detailed patternizing of the EL element in non-contact, and the organic EL device which consists of a configuration of a metal system electrode (cathode) / organic compound layer / transparent electrode (anode plate) / substrate especially. By the laser ablation processing method Sharp micro processing with little thermal breakage to a processing edge periphery is efficiently performed to a metal system electrode, without doing breakage to a transparent electrode. It is related with the EL element by which detailed patternizing was carried out by the approach of carrying out the detailed patternizing of the organic EL device, and this laser ablation processing method.

[0002]

[Description of the Prior Art] Since it has the descriptions, like it is excellent in shock resistance since the EL element using electroluminescence has high visibility and is a perfect solid-state component because of self-luminescence, the utilization as a light emitting device in various displays attracts attention. Since there are an inorganic EL element which comes to use an inorganic compound for luminescent material, and an organic EL device which comes to use an organic compound in this EL element, among these an organic EL device can make applied voltage low substantially, that utilization research is positively made as a next-generation display device. The above-mentioned organic EL device is equipped with the organic compound layer which contains a luminous layer at least, and the electrode of the couple which pinches this organic compound layer, and, specifically, the thing of configurations, such as what prepared suitably the hole-injection transporting bed and the electron injection transporting bed in this on the basis of the configuration of an anode plate / luminous layer / cathode, for example, an anode plate / hole-injection transporting bed / luminous layer / cathode, and an anode plate / hole-injection transporting bed / luminous layer / electron injection transporting bed / cathode, is known. This hole-injection transporting bed has the function to transmit the electron hole poured in from the anode plate to a luminous layer, and the electron injection transporting bed has the function to transmit the electron poured in from cathode to a luminous layer. And it is known that the electron which many electron holes were poured into the luminous layer by lower electric field, and was further poured into the luminous layer from cathode or an electron injection transporting bed by making this hole-injection transporting bed intervene between a luminous layer and an anode plate will be accumulated in the interface of a hole-injection transporting bed and a luminous layer, and luminous efficiency will go up it since a hole-injection transporting bed does not convey an electron.

[0003] By the way, the thing with patternizing of an electrode indispensable in order to use an EL element as a display device which the electrode by which detailed patternizing was carried out in order to perform a delicate display operates normally is needed. (1) -- the width of face of an electrode pattern detailed enough and the insulation-ized part is narrow -- [ for that purpose, ] (2) The part by which (3) micro processing was carried out is insulation-ized [ that the edge part of an electrode serves as a sharp configuration, ] thoroughly, (4) In case that the electrode section by which micro processing was carried

out does not short-circuit, the engine performance of an electrode by which (5) micro processing's was carried out not being spoiled, and (6) micro processing are performed, it becomes important requirements not to affect the part of substrates other than a part required for clearance etc.

[0004] As the patternizing approach of the EL element for a display, how to patternize simultaneously, in case an electrode is formed, and the method of performing micro processing to an electrode, after creating an EL element can be considered. As the former approach, in case an electrode is formed by approaches, such as vacuum evaporation, for example, the mask vacuum deposition which uses and patternizes a mask is known. However, in this approach, in order to create a very detailed pattern, especially a thing dozens of micrometers or less When there are problems, such as a surroundings lump of a vacuum evaporation metal, and detailed patterning is performed, The mask setting device in which the location precision of mask setting to the vacuum evaporation layer of a substrate is advanced in vacuum evaporation equipment importantly therefore was needed, and there was a problem of not escaping that operability worsens and productivity falls. Therefore, it was difficult to obtain a dozens of micrometers high definition display pattern in this mask vacuum deposition.

[0005] The approach of on the other hand patternizing as the latter approach, using a photolithography technique as a typical thing is learned. However, in this approach, it sets at processes, such as resist spreading and development, a top complicated since it is created through many processes, such as resist spreading, baking, exposure, development, etching, and resist exfoliation. Although a detailed pattern is obtained in order that an electrode may contact other ingredients, by degradation of an electrode material etc., charge injection efficiency falls and it has the essential problem that it cannot use as an EL element. Moreover, the approach by the cut using the drill as the micro-processing approach is also learned, and it is used for hole processing with a detailed printed circuit board etc. However, this approach is not suitable for processing the cathode which consists of a metal thin film which is not so [ in reinforcement ] strong, brings about the short circuit of an electrode or has problems -- the cut waste which electrode process tolerance is inadequate or is produced in the case of a cut may bring about and disconnect the effect of processing to cathode or the anode plate of not only a luminous layer but a substrate.

[0006] The approach of carrying out micro processing, using a non-contact beam as an approach of solving such a problem is proposed variously. For example, the technique which cuts the metal membrane used for an EL element in JP,5-3077,A or this No.-3078 official report is proposed. However, although this technique is possible, a problem is in operability, it is not efficient and it is not [ a cut brings thermal breakage to a periphery and ] practical [ a cut ] as a micro-processing process. Moreover, a linear laser pulse beam is irradiated at the combination of the metal electric conduction film or the translucency electric conduction film, and the metal electric conduction film, and the approach of carrying out optical processing of the electrode is proposed by JP,61-105885,A. However, in this approach, since the optical absorption of the ingredient applied is not large, it is difficult to cause laser ablation, and since micro processing is performed by the thermal process, it has problems, like the breakage to a periphery and the effect on the translucency electric conduction film are also large. Furthermore, in JP,1-130494,A, JP,4-255692,A, JP,5-290971,A, JP,5-196949,A, etc., although the ultra-fine processing technology using a non-contact beam is indicated, no these techniques use a laser ablation phenomenon, and cannot say it as the approach which may not necessarily be satisfied.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention improves the fault which the patternizing approach of such a conventional EL element has, without being non-contact-like and the remainder also hanging down the thermal breakage over a processing edge periphery or a substrate to the electrode of an EL element, performs sharp micro processing efficiently and aims at offering the patternizing approach of an EL element that the electrode by which micro processing was moreover carried out can operate normally.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In order that this invention persons may attain said object, as a result of repeating research wholeheartedly, by using the laser ablation processing method for detailed patternizing of an EL element In that the object can be attained and the organic EL device which consists of a configuration of a metal system electrode (cathode) / organic compound layer / transparent electrode (anode plate) / substrate especially By irradiating a laser beam by specific reinforcement from

a metal system electrode side According to the laser ablation phenomenon which the great portion of laser energy is absorbed only with the metal system ingredient and organic compound of cathode, and it produces in this case It found out that only a metal system ingredient and an organic compound could be dispersed simultaneously, breakage could be done to neither a processing edge periphery nor a transparent electrode, and sharp micro processing could be efficiently performed to a metal system electrode. This invention is completed based on this knowledge. That is, in carrying out the detailed patternizing of the EL element, this invention offers the EL element which it comes to create by the detailed patternizing approach of the EL element characterized by using the laser ablation processing method, and the laser ablation processing method and by which detailed patternizing was carried out. [0009] Moreover, for the desirable mode for carrying out this invention, the laser output per unit area is 10 - 220 mJ/cm<sup>2</sup> from a metal system electrode side to the organic EL device which consists of a configuration of a metal system electrode (cathode) / organic compound layer / transparent electrode (anode plate) / substrate. It is the approach of irradiating a laser beam so that it may become, and performing micro processing to a metal system electrode according to the laser ablation phenomenon produced in this case, and carrying out the detailed patternizing of the organic EL device. The laser ablation processing method is used for carrying out the detailed patternizing of the EL element in the approach of this invention. Although luminescent material can apply this laser ablation processing method to all of the organic EL device which is the inorganic EL element and organic material which are an inorganic material, its application to the organic EL device which consists of a configuration of a metal system electrode (cathode) / organic compound layer / transparent electrode (anode plate) / substrate especially is desirable.

[0010] In the EL element used in the approach of this invention, a transparent electrode is used as an anode plate. As this transparent electrode, the thing which made the thin film form by approaches, such as vacuum evaporatio and sputtering, on transparence substrates, such as glass, is used, for example in inorganic system ingredients, such as ITO (In-Sn-Oxide), ZnO, and CuS, or an organic system transparent conductive ingredient. Patternizing of this transparent electrode is formed of the usual micro processing, such as lithography. On the other hand, although metal system ingredients, such as a metal simple substance or a metal alloy, are used as cathode, electronic injection efficiency is high, an ingredient with little degradation is desirable, and metal alloys, such as magnesium and a silver alloy, and an aluminium-lithium alloy, are especially suitable. This cathode can produce these metal system ingredients by approaches, such as vacuum evaporatio and sputtering, by making a thin film form on the below-mentioned luminous layer or the organic compound layer of multilayer structure. An inorganic EL element makes the luminous layer which consists of an inorganic luminescent material intervene between the transparent electrode of the above-mentioned anode plate, and the metal system electrode of cathode. There is especially no limit about the class of this inorganic luminescent material, and a thing well-known as a luminescent material of an inorganic EL element can be used conventionally. A luminous layer can produce an inorganic luminescent material by making a thin film form on a transparent electrode by approaches, such as vacuum evaporatio and sputtering.

[0011] On the other hand, an organic EL device makes the organic compound layer which contains at least the luminous layer which consists of an organic luminescent material intervene between the transparent electrode of the above-mentioned anode plate, and the metal system electrode of cathode, and, generally consists of a configuration of a metal system electrode (cathode) / organic compound layer / transparent electrode (anode plate) / substrate. Here, an organic compound layer may be a layer which consists only of a luminous layer, and may be the thing of the multilayer structure which carried out the laminating of a hole-injection transporting bed, the electron injection transporting bed, etc. with the luminous layer. As a component configuration of this organic EL device, a metal system electrode (cathode) / luminous layer / transparent electrode (anode plate) / substrate, a metal system electrode (cathode) / luminous layer / hole-injection transporting bed / transparent electrode (anode plate) / substrate, a metal system electrode (cathode) / electron injection transporting bed / luminous layer / transparent electrode (anode plate) / substrate, a metal system electrode (cathode) / electron injection transporting bed / luminous layer / hole-injection transporting bed / transparent electrode (anode plate) / substrate, etc. can be mentioned, for example.

[0012] A luminous layer provides the interior of a luminous layer with the field of recombination of the impregnation function to in\_ which an electron hole can be poured in by the anode plate or the hole-

injection transporting bed at the time of (1) electric-field impression, and an electron can be poured into it from cathode or an electron injection layer, the transport function, to which the charge (an electron and electron hole) which carried out (2) impregnation is moved by the force of electric field, (3) electrons, and an electron hole, and has the luminescence function tie this to luminescence etc., in this organic EL device. About the class of luminescent material used for this luminous layer, there is especially no limit and a thing conventionally well-known as a luminescent material in an organic EL device can be used. Moreover, a hole-injection transporting bed is a layer which consists of an electron hole transfer compound, it has the function to transmit the electron hole poured in from the anode plate to a luminous layer, and many electron holes are poured into a luminous layer by lower electric field by making this hole-injection transporting bed intervene between an anode plate and a luminous layer. Moreover, the electron poured into the luminous layer by cathode or the electron injection layer is accumulated near the interface in this luminous layer with the obstruction of the electron which exists in the interface of a luminous layer and a hole-injection transporting bed, raises the luminous efficiency of an EL element, and let it be the EL element which was excellent in the luminescence engine performance. About the electron hole transfer compound used for this hole-injection transporting bed, there is especially no limit and it can use a thing conventionally well-known as an electron hole transfer compound in an organic EL device. Furthermore, the electron injection transporting bed has the function to transmit the electron poured in from cathode to a luminous layer. About the electron transport compound used for this electron injection transporting bed, there is especially no limit and it can use a thing conventionally well-known as an electron transport compound in an organic EL device. This organic compound layer is producible by carrying out the laminating of each organic material on a transparent electrode by approaches, such as vacuum evaporatio~~no~~ and sputtering, and making a thin film form.

[0013] In this invention, the laser ablation processing method is used as the detailed patternizing approach of the above-mentioned EL element. When the laser ablation processing method here irradiates a laser beam on a solid matter front face, it is the approach of performing micro processing using the phenomenon which disperses as fragmentation in which the matter which absorbed this laser energy has big energy, i.e., a laser ablation phenomenon. This laser ablation phenomenon is found out at the beginning of 1980, and it is thought that it is generated according to a multiple photon process peculiar to laser. When ultraviolet laser with the high energy represented by the excimer laser is irradiated at a polymer, the usual chemical bond is dissociated, since surplus energy is used for scattering of fragmentation, etching is performed by the small process of a thermal operation and sharp micro processing of it which does not have thermal effect on a perimeter becomes possible. It is thought that such a phenomenon happens also not only in a polymer molecule but in the usual organic solid-state, and the ablation phenomenon of organic fluid material is also reported by recently.

[0014] On the other hand, many are reported also about the laser ablation phenomenon in a metal or the ceramics, and application to thin film formation etc. is advanced. However, in the case of a metal or the ceramics, in order to make it disperse as fragmentation, compared with the organic substance, it must usually irradiate by the single figure thru/or the laser particle fluence (laser output per unit area) high double figures. For example, in the case of a polymer, they are dozens mJ/cm<sup>2</sup>. Or hundreds mJ/cm<sup>2</sup> In the case of ceramics [ a metal or ], although a laser ablation phenomenon can be caused by the particle fluence, it is 2 several J/cm. Or dozens J/cm<sup>2</sup> A particle fluence is needed.

[0015] In the detailed patternizing approach of this invention EL element, although the above-mentioned laser ablation processing method is given to an inorganic EL element or an organic EL device, it is advantageous to give the laser ablation processing method to the organic EL device which consists of a configuration of a metal system electrode (cathode) / organic compound layer / transparent electrode (anode plate) / substrate especially. In this case, by irradiating a laser beam from a metal system electrode side, the laser beam which penetrated the metal system electrode is absorbed in an organic compound layer with a big absorption coefficient, without affecting the transparent electrode which exists below it, according to a laser ablation phenomenon, an organic compound disperses with the metal system ingredient of cathode, and micro processing is performed. Therefore, since according to such an approach little sharp etching of thermal effect is attained and breakage is not done to the transparent electrode of a substrate, a detailed pattern without an open circuit or a short circuit can be formed. Since an ablation phenomenon cannot be caused in a low laser particle fluence when an organic



compound layer does not exist, in order to perform micro processing, a laser beam must be irradiated by the high laser particle fluence, parts other than the part irradiated under thermal effect will be processed, a perimeter fuses, or the phenomenon of a substrate part also being processed happens, and the problem that desired micro processing cannot be performed arises.

[0016] In this invention, as laser used for laser ablation processing, as long as it can oscillate the wavelength of 10nm thru/or a 20-micrometer laser beam (infrared radiation, a visible ray, ultraviolet rays, X-ray), you may be which thing. What carbon dioxide laser, a carbon monoxide laser, HF laser, iodine laser, an YAG laser, glass laser, YLF laser, AREKU sand light laser, semiconductor laser, dye laser, nitrogen laser, the excimer laser, the X-ray laser, the free electron laser, etc. were mentioned, for example, and carried out wavelength conversion as such laser using the higher-harmonic component etc. can be used.

[0017] Since the laser used for industrial use oscillates stably in these, it is desirable, and what is especially known as laser for processing is desirable from the point of operability or productivity. Furthermore, high power laser is suitable from the point of productivity. Moreover, since the thing which has short wavelength can extract a beam minutely, it is desirable, and since especially ultraviolet laser can perform processing by the ablation phenomenon with little thermal contribution, it is the optimal. As high power industrial laser for processing which fulfills such conditions, the excimer laser is known and processing of ingredients, such as polyimide, is performed practical using this excimer laser.

[0018] In this invention, a laser beam is irradiated by detailed patternizing of the organic EL device which consists of a configuration of a metal system electrode (cathode) / organic compound layer / transparent electrode (anode plate) / substrate from a metal system electrode side using the above-mentioned laser. Under the present circumstances, for the exposure of a laser beam, a laser particle fluence is 10 - 220 mJ/cm<sup>2</sup>. It is required to carry out so that it may become the range. This laser particle fluence is 10 mJ/cm<sup>2</sup>. Since it cannot have energy with debris sufficient in the following when there is a possibility of remaining without the metal system ingredient of cathode dispersing, the situation which is not desirable as for it not dispersing from a processing front face cannot be invited, and desired micro processing cannot be performed. On the other hand, it is 220 mJ/cm<sup>2</sup>. In the laser particle fluence to exceed, although the metal system ingredient and organic compound of cathode disperse, the transparent electrode which exists under an organic compound layer brings about conductive lowering in response to breakage or thermal effect. Moreover, the thermal effect on an exposure periphery becomes large, and micro-processing width of face spreads, the metal system ingredient of the cathode which it should leave melts, or it deteriorates, and a desired detailed pattern is not obtained. In this invention, a pulse oscillation method is advantageous as an oscillation method of laser. Although processing actuation can be performed comparatively freely by making a stage drive by the continuous-oscillation method, since it is hard to produce an ablation phenomenon and thermal are recording takes place, it is difficult for problems, such as process tolerance, to arise and to perform desired micro processing. On the other hand, although it is necessary to irradiate a laser beam in consideration of pulse separation and the actuation rate of a stage by the pulse oscillation method, since an ablation phenomenon can be caused and micro processing with little thermal breakage can be performed by irradiating a laser beam in pulse, this pulse oscillation method is advantageous. Since pulse width can lessen thermal breakage so that it is short, it is advantageous. As pulse width, 100 or less microseconds is desirable and is a picosecond and a femtosecond still more preferably 100 or less nanoseconds more preferably.

[0019] In addition, although an electron beam and an ion (cluster) beam can also be used for micro processing, in these approaches, equipment has a big problem in respect of operability, such as needing a vacuum, a large-scale and expensive top, and is not practical as a micro-processing method. In this invention, although micro processing is performed using the ablation phenomenon which irradiates a laser beam and is produced in this case, since a laser beam, especially the beam obtained from the excimer laser have many uneven things, it is desirable to use the beam equalized using the beam homogenizer etc. About the configuration of a beam, although punctiform thing or rectangle-like thing may be used, since the thing of a short configuration can make a beam long and slender, it is advantageous from the ability to do [ in performing especially thin processing, can perform processing of a big part in 1 pulse irradiation, and ] micro processing efficiently. Moreover, while being able to raise a laser particle fluence and being able to process it easily by condensing a beam, extracting to about several micrometers theoretically is possible, and it is advantageous to performing micro

processing. However, when it is not necessary to necessarily process it with a focus and processes it with a focus rather, it becomes high too much, and a substrate may be affected or a laser particle fluence may produce the situation which is not desirable as for doing thermal breakage to a periphery etc.

[0020] Moreover, although the method of irradiating the workpiece fixed while \*\*ing the laser beam, or putting a workpiece on a stage, and making this stage drive is used when performing micro processing to a large area, the approach of the point of operability to the latter is desirable. The pattern of the configuration of arbitration can be obtained by synchronizing actuation of a stage with the oscillation of laser. In addition, in order to obtain a detailed pattern, it is required to use a stage with the precision corresponding to it. Furthermore, by creating the mask which has a desired pattern beforehand and irradiating a laser beam through this mask, a package pattern imprint can be performed to a large area, and micro processing can be performed very efficiently. However, there are problems, such as degradation of a mask and contamination (contamination) of a mask ingredient, in this case.

[0021] In this invention, in order to perform micro processing using a laser ablation phenomenon, fragmentation disperses from a workpiece in the case of processing. It is important for this debris to deposit on a workpiece again, to invite the situation which is not desirable as for the short circuit of an electrode etc., and not to make debris deposit. In this invention, as described above, an excimer laser is used preferably. This excimer laser is high power laser with high excitation energy, and the ablation processing methods, such as polymeric materials using this laser, are learned. Since it oscillates in an ultraviolet region, this excimer laser has the advantage which can perform little processing of a thermal contribution. Furthermore, decomposition of fragmentation is promoted by using the excimer laser of high power [ high excitation energy ], and the top which can be made even small fragmentation, such as an atom, a molecule, and ion, since big translational energy can be given to fragmentation, fragmentation will disperse even in the long distance which is distant from a processing field. It is optimal to use an excimer laser in this invention from these points.

[0022] In this invention, fragmentation can be dispersed in the distance by performing this micro processing in a vacuum. When air, inert gas, etc. exist, fragmentation collides with these, loses energy and has the case where it becomes impossible to disperse in the distance. Moreover, the method of dispersing fragmentation is also effective by blowing inert gas etc. into a processing field compulsorily. Thus, after performing micro processing to a metal system electrode (cathode) and performing detailed patternizing of an EL element, in order to prevent degradation of a component and to prolong a life, closure processing is usually performed. This invention also offers the EL element by which detailed patternizing was carried out by such [ again ] laser ablation processing method. Drawing 1 is the perspective view showing the configuration of an example of the organic EL device of Saki who performs micro processing in a metal system electrode (cathode), and the laminating of the ITO electrode 2, the organic compound layer 3, and the metal system electrode 4 which were patternized on the glass substrate 1 is carried out one by one. Drawing 2 shows the perspective view of an example of the organic EL device by which detailed patternizing was carried out by performing micro processing to the metal system electrode 4 of the organic EL device shown in this drawing 1.

[0023]

[Example] Next, although an example explains this invention in more detail, this invention is not limited at all by these examples.

After expanding first an example 1 fluoride [ krypton ] excimer laser beam (45mJ, 10mm by 30mm) to a longitudinal direction with two lenses using a cylindrical lens, it considered as the parallel ray, and subsequently to a lengthwise direction, it reduced. Next, the organic EL device (a MgAg alloy electrode / organic luminous layer / ITO electrode / glass substrate) which produced beforehand the laser beam (particle-fluence 180 mJ/cm<sup>2</sup>, 250 micrometers by 100mm) of the shape of \*\* length acquired by doing in this way was irradiated. Since it was possible to have moved 500 micrometers at a time by fixing this organic EL device on the stage, and using a micrometer, the detailed electrode pattern which has the gap of 250 micrometers and electrode width of face eventually was able to be obtained.

[0024] The outline of the process of these single strings was shown in drawing 3 (a) - (c). When the configuration was observed using the optical microscope [the Mitsubishi Chemical make and micro watcher VS-205] about this EL element by which micro processing was carried out, as shown in photograph drawing of drawing 4, it has a sharp edge, ablation of a cathode material and the organic material of a luminous layer is carried out thoroughly, and the ITO thin film became clear [ remaining

without dispersing ]. Thus, as shown in drawing 5 , when the luminescence trial was performed to the organic EL device with which micro processing was performed, having applied the constant voltage of 9V between the common ITO electrode and the cathode part made detailed, it was checked that only the part made detailed emits light. It is shown that processing of the cathode of an EL element has fully completed this, and do not short-circuit the cut detailed electrode sections, and the ITO electrode is not receiving breakage.

[0025] moreover, the place which could dig the depth direction of a detailed electrode pattern and measured condition using the sensing-pin type thickness gage (the product made from Sloan, DEK TAK3030) -- an electrode pattern -- starting -- it turned out that it is less than 20 micrometers. Drawing 3 (a) For 1, as for an ITO electrode and 3, in - (c) and drawing 5 , a glass substrate and 2 are [ an organic compound layer (organic luminous layer) and 4 ] metal system electrodes (MgAg alloy electrode). Moreover, in drawing 4 , the part of (1) shows the part in which recessing was carried out by the laser beam, and the maximum front face is an ITO electrode and is 250 micrometers in width of face. On the other hand, the part of (2) shows laser-beam a non-irradiated part, the MgAg alloy electrode and the organic compound layer remain, and width of face is 250 micrometers. In addition, a scale numeric value shows mm.

In example 2 example 1, micro processing was performed like the example 1 except having used the argon fluoride excimer laser beam (50mJ, 10mm by 30mm) instead of the krypton fluoride excimer laser beam. When the configuration was observed about this EL element by which micro processing was carried out using the optical microscope (above), it has a sharp edge, ablation of a cathode material and the organic material of a luminous layer is carried out thoroughly, and the ITO thin film became clear [ that the metal alloy electrode detailed pattern which remains without dispersing is produced ].

[0026] In example 3 example 1, micro processing was performed like the example 1 except having changed into 1mm the distance driven by the micrometer of an EL element from 250 micrometers. When the configuration of the metal alloy electrode of this EL element by which micro processing was carried out was observed using the optical microscope (above), as shown in photograph drawing of drawing 6 , they were width of face of 750 micrometers of an electrode, and an inter-electrode pitch 250micrometer thing. In drawing 6 , the part of (1) shows the part in which recessing was carried out by the laser beam, and the maximum front face is an ITO electrode and is 250 micrometers in width of face. On the other hand, the part of (2) shows laser-beam a non-irradiated part, the MgAg alloy electrode and the organic compound layer remain, and width of face is 750 micrometers. In addition, a scale numeric value shows mm.

[0027] In example of comparison 1 example 1, when micro processing was performed like the example 1 except having set the laser output to 2mJ(s) (considering as a laser particle fluence 8 mJ/cm<sup>2</sup>), the MgAg alloy electrode did not disperse and detailed recessing was not completed. When this alloy electrode surface was observed with the optical microscope (above), it was checked that the front face has become group-like as shown in drawing 7 .

In example of comparison 2 example 1, except having set the laser output to 10J (considering as a laser particle fluence 40 J/cm<sup>2</sup>) When micro processing is performed like an example 1 and the front face of a MgAg alloy electrode is observed with an optical microscope (above), as shown in drawing 8 , a MgAg alloy electrode disperses, and although recessing was carried out The part which is not irradiated was also able to change into the \*\*\*\*\* condition, or it had dispersed in part, and the metal alloy electrode by which micro processing was carried out was not able to be produced.

Using the mask which consists of SUS304 of 0.5mm of example of comparison 3 board thickness, on the glass substrate of 1.1mm of board thickness, opening equipped with the mask which is 3mm, performed vapor codeposition at the rate of Mg14A/sec and Ag1A/sec, and produced the detailed electrode pattern of MgAg. the place which measured this depth profile by the same approach as an example 1 -- an electrode pattern -- starting -- it was 80 micrometers.

[0028]

[Effect of the Invention] The approach of this invention performs micro processing to a metal system electrode (cathode) by non-contact by the laser ablation processing method. Without there being the approach of carrying out the detailed patternizing of the EL element, and doing breakage to (1) transparent electrode (2) which can perform efficiently sharp micro processing with little thermal breakage to a processing edge periphery to a metal system electrode, since processing is performed by

non-contact to the metal system ingredient of unstable cathode By extracting (3) laser light which does not have adverse effects, such as life lowering, to this metal system ingredient, can process [ in which very high definition micro processing to wavelength extent is possible ] it in (4) atmospheric air theoretically, and equipment is simple. By scanning (5) laser beams which can perform micro processing easily By making into a long and slender configuration (6) laser beams which can obtain the detailed pattern of arbitration easily By carrying out the package large area exposure of the (7) laser beams which can process it with sufficient productivity, the imprint of a mask pattern is also possible and it has the advantage processible for high productivity.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The detailed patternizing approach of the electroluminescent element which is characterized by using the laser ablation processing method in carrying out the detailed patternizing of the electroluminescent element.

[Claim 2] The laser output per unit area is 10 - 220 mJ/cm<sup>2</sup> from a metal system electrode side to the organic electroluminescent element which consists of a configuration of a metal system electrode (cathode) / organic compound layer / transparent electrode (anode plate) / substrate. Method according to claim 1 of performing micro processing to a metal system electrode according to the laser ablation phenomenon which irradiates a laser beam so that it may become, and is produced in this case.

[Claim 3] The approach according to claim 1 or 2 of irradiating a laser beam with a pulse oscillation method.

[Claim 4] The method according to claim 1 or 2 of oscillating a laser beam using an excimer laser.

[Claim 5] The electroluminescent element which it comes to create by the laser ablation processing method and by which detailed patternizing was carried out.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective view showing the configuration of an example of the organic EL device of Saki who performs micro processing in a metal system electrode (cathode).

[Drawing 2] It is the perspective view of an example of the organic EL device by which detailed patternizing was carried out by performing micro processing to a metal system electrode (cathode) by the approach of this invention.

[Drawing 3] It is the explanatory view showing the outline of the process in the approach of this invention.

[Drawing 4] It is optical microscope photograph drawing of an example of the organic EL device by which detailed patternizing was carried out by the approach of this invention.

[Drawing 5] It is an explanatory view for performing a luminescence trial about an example of the organic EL device by which detailed patternizing was carried out by the approach of this invention.

[Drawing 6] It is optical microscope photograph drawing of a different example from above-mentioned drawing 4 of the organic EL device by which detailed patternizing was carried out by the approach of this invention.

[Drawing 7] It is optical microscope photograph drawing of the metal system electrode surface in an example of the organic EL device at the time of irradiating a laser beam by the laser particle fluence smaller than the range specified by this invention, and performing micro processing.

[Drawing 8] It is optical microscope photograph drawing of the metal system electrode surface in an example of the organic EL device at the time of irradiating a laser beam by the larger laser particle fluence than the range specified by this invention, and performing micro processing.

[Description of Notations]

- 1: Glass substrate
- 2: ITO electrode
- 3: Organic compound layer
- 4: Metal system electrode

---

[Translation done.]